

INNOVACIÓN METODOLÓGICA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR PARA FAVORECER LA COMPRENSIÓN

Lidia Beatriz Esper, María Graciela Juárez

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Tucumán. (Argentina)

liesper@yahoo.com.ar, grajuarez6@yahoo.com.ar

RESUMEN: Uno de los factores que causa dificultades en el cursado de la asignatura Matemática, en la carrera de Geología de la Universidad Nacional de Tucumán, es la escasa formación básica con la que llegan los alumnos a la universidad. También la importante reducción horaria, producida por cambios curriculares ha profundizado esta situación. Preocupadas por la manera en que aprenden nuestros alumnos y su rendimiento, decidimos elaborar una propuesta didáctica en el marco de la Enseñanza para la Comprensión abordando funciones exponenciales y logarítmicas. En ella intentamos que nuestros alumnos, comprendan, sepan aplicar y transferir lo aprendido a diferentes contextos, favoreciendo un aprendizaje reflexivo, donde se dé lugar primordial al pensamiento, a la comprensión, y no a la memoria. Intentamos, además, aportar a los colegas una herramienta de planificación y de diseño que busca fomentar la comprensión del tema.

Palabras clave: propuesta didáctica, enseñanza para la comprensión; funciones exponencial y logarítmica.

ABSTRACT: The poor basic education the students have when they enter university is one of the factors that cause the shortcomings they face to study mathematics in the Geology degree course at the National University of Tucumán. A significant reduction in hours, due to the curricular changes, has deepened such difficulties. Being concerned about the way our students learn, as well as their academic performance, we have decided to elaborate a didactic proposal, in the framework of Teaching for Understanding, focused on exponential and logarithmic functions. Such proposal is intended to make the students understand, and learn to apply and transfer what they have learnt to different contexts, which favors a reflexive learning by placing essential emphasis on thinking and understanding, instead of on memorizing. We also try to provide our colleagues with a planning and design tool to foster the comprehension of this topic.

Key words: didactic proposal, teaching for understanding, exponential and logarithmic functions.

■ Introducción

Numerosas investigaciones realizadas en Educación Superior dan cuenta de la existencia de importantes deficiencias en la formación matemática de los ingresantes universitarios, los que poseen un conocimiento frágil y un pensamiento pobre (Aiello, 2007; Zagarese, Tannure, Aguirre, Pérez Carmona y Esper, 2009)

En particular, en la Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L. de la UNT, facultad en la que nos desempeñamos como docentes de la asignatura Matemática I y Matemática II (Plan 1974) y Matemática (Plan 2012) correspondiente al Ciclo Básico de la carrera de Geología, observamos un alto porcentaje de alumnos que presentan escasa formación básica y dificultades para la comprensión de diferentes conceptos matemáticos. Sumado a esto, los procesos de cambio curricular en marcha, de esta carrera, implicaron una reducción importante de las horas de esta asignatura, profundizando dicha situación. Frente a esta problemática, vimos la necesidad de promover un aprendizaje que satisfaga las características de un conocimiento generador, de un conocimiento transformacional; de un conocimiento que no se acumula, sino que actúa enriqueciendo el perfil profesional de los estudiantes. Para ello, decidimos incursionar nuestra práctica docente, en el marco de la Enseñanza para la Comprensión (EpC), elaborando propuestas pedagógicas-didácticas para abordar distintas unidades de la materia. En ellas intentamos que nuestros alumnos, recuerden, sepan aplicar y transferir lo aprendido a diferentes contextos, favoreciendo un aprendizaje reflexivo, donde se dé lugar primordial al pensamiento, a la comprensión, y no a la memoria.

El objetivo de este trabajo es aportar a los colegas una herramienta de planificación y de diseño de práctica de aula, que busca fomentar la comprensión del tema “Función Exponencial y Logarítmica”, a través de los cuatro elementos de la comprensión que plantea la EpC: *tópicos generativos*, *metas de comprensión*, *desempeños de comprensión*, y *valoración continua y evaluación final*, con el fin de potencializar las cuatro dimensiones de la comprensión: contenido, métodos, propósitos y formas de comunicación.

La importancia del tópico seleccionado está dada por sus aplicaciones en el campo de la Geología, por ello creamos situaciones que requieran del uso del conocimiento de conceptos, propiedades y fenómenos, a través de la producción de tareas y de problemas reales propios de la disciplina, con el fin de promover la interacción con el mundo real.

■ Marco de Referencia

Entre los reportes de investigación sobre la función logarítmica, se identifican los trabajos que se enfocan en lo cognitivo (Dubinsky, 1992) esbozando algunas explicaciones sobre esta problemática, otros que reflexionan sobre la historia de esta noción (Gonzales y Vargas, 2007) sin intencionalidades escolares, y los que se preocupan por las dimensiones cognitiva y epistemológica sobre la didáctica y lo sociocultural con respecto a la función exponencial y/o logarítmica (Ferrari y Farfán, 2009; Abrate y

Pochulu, 2007). El eje estrictamente didáctico lo constituye Sierpinska (1992) quien identifica obstáculos epistemológicos y actos de comprensión en la enseñanza y aprendizaje del tema. Todas estas propuestas son aportes válidos para la enseñanza de la función exponencial y logarítmica; y pueden ser tenidas en cuenta cuando se trabaja con un marco conceptual como la EpC.

La EpC surge de la vivencia de los profesores en el aula; por lo tanto, la teoría y la práctica están estrechamente ligadas, pero claramente diferenciadas, de tal manera que la teoría ilumina la práctica y la práctica nutre la teoría. Con este paradigma de trabajo, no se pretende que los profesores copien un modelo sino que exploren y reflexionen sobre sus propios contextos, realidades, intereses y necesidades para transformar sus prácticas educativas (Acevedo, Jaramillo, Esteban, 2013, p.84).

La meta de la propuesta didáctica es mejorar la comprensión de la función exponencial y logarítmica, mediante el uso de los cuatro elementos de la comprensión que plantea la EpC, ya que permite:

- acertar en la selección de lo que realmente vale la pena comprender, organizando el currículo alrededor de *Tópicos Generativos* centrales y que sean comprensibles e interesantes tanto para estudiantes como para docentes;
- clarificar a los estudiantes lo que deben comprender; formulando *Metas de Comprensión* explícitas, centradas en ideas fundamentales de cada tema;
- favorecer en los estudiantes la asimilación de las metas de comprensión, planteando *Desempeños de Comprensión* que comprometen a los educandos y les exija profundizar, sintetizar y aplicar lo que comprendieron y aprendieron;
- medir la comprensión mediante la *Evaluación Continua* de cada desempeño, siendo sus criterios conocidos por los estamentos que están directamente vinculados con las metas de comprensión.

Los *Tópicos Generativos* son temas, cuestiones, conceptos, ideas que ofrecen profundidad, significado, conexiones y variedad de perspectivas en un determinado nivel, suficiente como para apoyar el desarrollo de comprensiones más profundas por parte de los estudiantes. Responde, además, el interrogante ¿Qué es lo realmente importante enseñar?

Dichos tópicos cumplen, entre otras, las siguientes características: son centrales para uno o más dominios o disciplinas; suscitan la curiosidad de los estudiantes, son de interés para los docentes; son accesibles, y ofrecen la oportunidad de establecer numerosas conexiones.

Las *Metas de Comprensión* son afirmaciones que expresan lo más importante para los estudiantes en un periodo académico y/o durante el curso. Aquí, es de vital importancia formularse la pregunta ¿Qué vale la pena enseñar? (Blythe y Outerbridge, 2006)

Las metas de comprensión manifiestan de forma específica y se socializan abiertamente para poder concluir y orientar el tema que el docente quiera que sus estudiantes comprendan; por lo tanto deben acordarse en conjunto con los alumnos. Estas pueden subdividirse en dos clases:

i) Metas de Comprensión de la unidad. Estas deben cumplir con los planteamientos generales de las metas de comprensión y siempre, como metas particulares que son, deben estar ligadas a las metas abarcadoras del curso.

ii) Metas de Comprensión Abarcadoras o Hilos Conductores. Describen las comprensiones más importantes que deberían desarrollar los estudiantes durante el curso.

Para planear los hilos conductores o metas abarcadoras se debe responder de manera objetiva la pregunta: ¿Cuáles son las cosas más importantes que se pretenden llevar consigo los estudiantes al terminar el año?

Los Desempeños de Comprensión responden a la pregunta: ¿cómo debemos enseñar para comprender? (Stone, 1988). Es decir, son las actividades que desarrollan y demuestran comprensión, haciendo que los estudiantes utilicen lo que conocen en formas y contextos diferentes, por lo tanto, deben evidenciarse en acciones con las cuales los estudiantes muestran su pensamiento y comprensión; deben cumplir con las siguientes características:

- se deben diseñar en forma concatenada y sistemática con las metas tanto de unidad como abarcadoras y con los tópicos generativos;
- se elaboran partiendo de las ideas previas del estudiante, cuestionándole sobre sus dudas e inquietudes;
- la formulación concatenada de las actividades debe fundamentarse en la orientación investigativa, análisis de tópicos, búsqueda de pensar en lo estudiado y en los proyectos prácticos evidenciables;
- deben constituirse en el eje central del proceso de aprendizaje;
- muestra al docente el nivel de pensamiento del estudiante;
- demuestra la aplicación de las redes conceptuales;
- permiten la reflexión y retroalimentación de todos los sujetos involucrados en el desarrollo del estudiante.

Los desempeños se plantean de manera gradual de acuerdo a un grado de complejidad creciente: *preliminares, investigación guiada y síntesis*.

Los *desempeños de comprensión preliminares* tienen la finalidad de que los estudiantes exploren los temas antes de darles la información. Por lo general, aparecen al inicio de la unidad curricular y sirven para ubicar al estudiante en el dominio del tópico generativo, quien verá la relación de éste con sus intereses. También le permitirá al docente identificar conocimientos previos y posibles errores conceptuales de los estudiantes.

Los *desempeños de investigación guiada* sirven para que los estudiantes se centren en problemas y cuestiones específicas, relacionadas con el tópico generativo y las metas de comprensión. La guía del profesor ayuda a los estudiantes a aplicar conceptos y métodos disciplinares, a integrar sus conocimientos y a poner en práctica una comprensión cada vez más elaborada y avanzada promoviendo la reflexión sobre la acción.

Los *desempeños de síntesis (o proyectos finales)* exigen a los estudiantes integrar las distintas comprensiones desarrolladas en los desempeños previos y, por ende, mostrar con claridad el dominio que tienen de las metas de comprensión establecidas. Es la última etapa que permite sintetizar y demostrar. En este tercer elemento los profesores indagan: ¿Qué deben hacer los estudiantes para desarrollar y demostrar su comprensión?

El cuarto elemento fundamental de este modelo pedagógico es la Valoración Continua, su objetivo primordial es que el estudiante aprenda con vista a comprender. La valoración no debe centrarse en la calificación y en la responsabilidad del alumno, que aunque son elementos importantes, no son útiles para el verdadero aprendizaje. Es el proceso en el cual los estudiantes obtienen retroalimentación continua sobre los desempeños de comprensión con el fin de mejorarlos y profundizarlos. La valoración continua responde a la pregunta: ¿Cómo saben los estudiantes y docentes lo que comprenden los estudiantes y cómo pueden desarrollar una comprensión más profunda?

El marco de la EpC no es rígido, constituye una serie de pautas generales, es decir, es una estructura lo suficientemente flexible para satisfacer las necesidades del maestro en el aula. Por lo tanto, permite apoyar al estudiante durante su trayectoria en el transcurso del aprendizaje. La valoración continua cumple con las siguientes características:

- es la permanente autoevaluación y reflexión que realizan los estudiantes y docentes;
- se realiza de forma socializada con los estudiantes, docentes y compañeros;
- se aplican a cada uno de los desempeños de comprensión dando lugar a la crítica, el análisis y la autoconstrucción personal, intelectual y social.

A continuación, se presenta el diseño de la propuesta didáctica, siguiendo para su construcción, los cuatro elementos propuestos por la EpC que se explicaron anteriormente. Para el desarrollo de algunas actividades se usó el aula virtual, mediante la plataforma Moodle, con la cual se trabaja desde el año 2012.

■ Diseño y Descripción de la Propuesta Didáctica

(Tópico Generativo) *A lo largo de mi carrera, ¿en qué situaciones relaciono las funciones exponenciales y logarítmicas con el contexto geológico?*

(Hilo Conductor) *Los alumnos comprenderán el comportamiento de las funciones exponenciales y logarítmicas*

(Indicadores de Desempeño) Los alumnos comprenderán:

- mediante la lectura e interpretación de gráficos, situaciones que responden a modelos exponenciales y logarítmicos;
- cómo resolver ecuaciones exponenciales y logarítmicas, haciendo uso de definiciones y propiedades de estas operaciones;
- cómo plantear y solucionar situaciones problemas en contextos geológicos.

Estas metas serán sociabilizadas con los estudiantes en la portada del tema Funciones exponenciales y logarítmicas prevista en el aula virtual, también estarán informados de los desempeños requeridos y los criterios de evaluación.

(Desempeños de Comprensión) Para llevar adelante el tópico seleccionado se aplicó una secuencia didáctica de tres etapas de desempeños de comprensión:

1. Etapa de exploración: En esta etapa los estudiantes pondrán en práctica sus comprensiones anteriores, de manera de obtener información sobre sus propias experiencias y saberes previos.

a. La primera actividad será impartida en el aula virtual, y se ofrecerá una colección de cuadros que involucran diferentes modelos funcionales: gráficos cartesianos, enunciados de situaciones problemáticas, expresiones algebraicas o tablas de valores. Con ellos, los estudiantes, deberán responder a la consigna: *Relacionar* los gráficos con las situaciones y fórmulas que crean que se correspondan, y responder a cuestiones sobre características de la función (dominio, imagen, crecimiento o decrecimiento, máximos o mínimo, pertenencia de puntos, puntos de cortes, etc.). Reunidos en pequeños grupos, los alumnos deberán *diseñar* un afiche con la red de relaciones encontradas, para que lo *expongan* y *argumenten* brevemente su trabajo en forma oral.

En una clase presencial se realizará la puesta en común, del trabajo realizado, detectándose así los conocimientos previos respecto a las características generales de una función. El docente intervendrá para marcar errores, aclarar dudas, ajustar el proceso de enseñanza aprendizaje y evaluará el grado de participación de los estudiantes.

b. Mediante una lluvia de ideas y con los aportes recibidos de los alumnos se establecerá la relación entre el concepto de logaritmo de un número, su valor y relación con la potencia. Luego se propone el cálculo de potencias y diferentes tipos de logaritmos que den lugar al cambio de bases y al uso de calculadoras; con la participación oportuna del docente.

Cada alumno elaborará un resumen teórico de los conceptos vistos, lo envía al aula virtual.

(Criterios de Valoración) Presentación del trabajo completo con los ejercicios resueltos; claridad y coherencia de los conceptos presentados; nivel de fundamentación de sus aportes; rol y grado de participación en el trabajo grupal.

2. *Etapa guiada*: En esta etapa, se pondrá énfasis en habilidades básicas tales como la observación, el registro preciso de datos y la síntesis de información de fuentes múltiples, alrededor de una consigna específica. Esta etapa se llevará a cabo mediante la asistencia del docente que guía al alumno en la aplicación de conceptos y métodos, en la integración de su creciente cuerpo de conocimientos y en la puesta en práctica de una comprensión cada vez más compleja.

a. En el aula virtual, se propondrá a los estudiantes que, luego de investigar en diferentes fuentes de información, respondan a las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las funciones exponenciales y logarítmicas? ¿Qué fenómenos reales pueden ser explicados mediante estas funciones?

La investigación estará acompañada con actividades de completación, análisis, verdadero o falso, etc., con el objeto de hacer una lectura más profunda del tema.

En el próximo encuentro y con el fin de establecer el grado de avance en las metas propuestas y sociabilizar lo investigado, se realizará un cuadro comparativo, caracterizando cada una de estas funciones y estableciendo las relaciones detectadas, con la colaboración de toda la clase. En esta instancia, el docente presentará aplicaciones en el campo geológico que no hayan surgido de la búsqueda de los estudiantes. Teniendo en cuenta el uso de estas funciones en distintas áreas geológicas (sismología, hidrografía, petrología, etc.) se les propondrá a los alumnos seleccionar un área de interés, en la cual profundizaran resolviendo situaciones problemáticas.

b. En clase, se les da a los estudiantes una guía de actividades con ejercicios intra y extra matemáticos, que deberán resolverlos individualmente en horarios fuera de clase.

Actividad de coevaluación: los estudiantes divididos en grupos de cuatro, compararán sus respuestas y realizarán las correcciones pertinentes (evaluación de pares). Se busca que ellos sean críticos respecto de su trabajo y el de sus compañeros, siguiendo los criterios de corrección fijados por el docente. Las producciones finales deberán ser presentadas.

c. Actividad extra. Investigar: ¿qué son las escalas logarítmicas?

En el aula virtual, deben acceder y visualizar los archivos y videos propuestos. Luego el alumno desarrollará una guía de actividades para representar en escalas convenientes, datos reales de distintas áreas de geología, que será subido al aula virtual, para su evaluación.

A medida que se avance en la realización de estas actividades de exploración, los estudiantes comenzarán a investigar la temática elegida de un área geológica, para realizar su proyecto. El docente irá sociabilizando los errores detectados.

(Criterios de Valoración) Desarrollo de la actividad de forma completa y correcta; riqueza y veracidad de las relaciones entre conceptos; variedad y complejidad en las situaciones presentadas; grado de participación y nivel de fundamentación de sus aportes.

3. *Proyecto final de síntesis:* En esta etapa los alumnos demostrarán el dominio de las metas de comprensión establecidas. Está pensado con la intención de que el estudiante tenga contacto, desde los primeros años de su carrera, con publicaciones de trabajos de investigación realizados por geólogos; de tal manera de iniciarlo en la primera fase de la actividad de investigación que debe acompañar a todo profesional capacitado y actualizado. Además pretende fortalecer el concepto de aprendizaje cooperativo, con grupos heterogéneos u homogéneos, en los cuales se puedan establecer una interdependencia positiva, con igual participación, que fomente la responsabilidad individual, y que promueva la interacción simultánea de todos los alumnos (Kagan, 1988).

En esta instancia, los estudiantes formarán equipos de trabajo y realizarán una investigación sobre la actividad sísmica de una zona determinada de Argentina, en un período de cinco décadas. En el trabajo deberán comparar, la intensidad del sismo de mayor magnitud ocurrido en la zona de estudio, con la del sismo ocurrido el 28/12/1908, sucedido en Messina (Italia) de magnitud 7.5, el cual ocasionó 120.000 muertes. También serán inducidos para generar otras hipótesis como, por ejemplo, la relación entre distribución de frecuencia acumulada y magnitud de los registros de sismos observados.

Todos los grupos deberán presentar un trabajo escrito que será también expuesto en forma oral, utilizando distintos recursos (afiches, multimedia, folletos, videos, etc.). El docente evaluará las distintas etapas de desarrollo en la investigación, y la calidad y exposición de los resultados.

(Criterios de Valoración) Presentación oral (organización, coherencia y claridad en la exposición con la capacidad de responder preguntas o encontrar explicaciones alternativas para sus compañeros); presentación escrita (utilización correcta de notación y lenguaje matemático, presentación legible, sin errores conceptuales, ni de ortografía); trabajo grupal.

■ A modo de reflexión

Esta propuesta ha sido aplicada con interrupciones durante el año 2014, a una muestra piloto de veinte alumnos. Como evaluación de la misma sólo hemos considerado las respuestas de la encuesta que les realizamos a nuestros alumnos al finalizar el curso. Esto con el objetivo de hacerlos partícipes tanto en la evaluación como en los posibles cambios de la metodología impartida.

Algunas de las conclusiones extraídas de la encuesta, con respuestas del 80% de los alumnos de la muestra, fueron las siguientes:

- El 75% de los alumnos se conecta a Internet diariamente y el resto lo hace cada dos o tres días. La mayoría se conecta a través de su celular (87,5%).

- Al 94% de los encuestados les resulta muy fácil o medianamente fácil la utilización del campus virtual.
- Respecto a las características destacables de la propuesta, como positivas, marcaron: “el trabajo en grupo”, “la forma colaborativa”, “evaluación entre pares”, como negativa sólo marcaron: “demasiadas actividades y/o lecturas”.
- Respecto a lo que esperan de la/s docente/s, las palabras más nombradas fueron: paciencia, apoyo, ayuda, acompañamiento, comprensión, interacción, claridad, retroalimentación, dedicación. De todas, la más frecuente fue el pedido de “acompañamiento” para con ellos.

En el período lectivo 2015 esta propuesta ya no pudo ser evaluada, pues se la implementó combinada con la metodología de aula invertida.

A partir de estas opiniones y nuestras apreciaciones, estamos seguras que un buen camino hacia el aprendizaje de la matemática superior, es aquel que incentive las búsquedas bibliográficas, el estudio de problemas en contexto que despierten la curiosidad, el deseo por conocer vinculando contenidos, es decir planteando el gran desafío de pensar los aprendizajes más allá de las paredes del aula.

■ Referencias Bibliográficas

- Abrate, R. S. y Pochulu, M. D. (2007). Los logaritmos, un abordaje desde la Historia de las Matemáticas y las aplicaciones actuales. En R. Abrate y M. Pochulu (Comps.). *Experiencias, propuestas y reflexiones para la clase de Matemáticas*, (pp. 111 – 135). Villa María: Universidad Nacional de Villa María.
- Acevedo Vélez, D.P.; Jaramillo López, C.M.; Esteban Duarte, P.V. (2013). Unidad curricular sobre el concepto de probabilidad en el contexto de la enseñanza para la comprensión. *Uni-pluri/versidad*, 13(3).
- Aiello, M. (2007). El aprendizaje en el aula universitaria. Una propuesta de innovación para intentar superar las dificultades. *Revista Cs. de la Educación*, 17(30).
- Blythe, T. y Outerbridge, D. (2006). Metas de Comprensión. *La Enseñanza para la Comprensión: Guía para el docente* (pp. 65-86). Buenos Aires: Paidós
- Dubinsky, E. (1992). The nature of the process conception of function. En E.Dubinsky y G. Harel (Eds.), *The concept of function. Aspects of epistemology and pedagogy* (pp 85-106), EEUU: Mathematical Association of America. Vol. 25
- Ferrari Escolá, M. y Farfán Márquez, R.M. (2009). Una aproximación al primer momento de lo logarítmico con estudiantes de bachillerato. En P. Leston (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 22, 1165-1173. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa

- Gonzales, M. T. y Vargas, J. (2007): Segmentos de la Historia: La función logarítmica. *Matemáticas: Enseñanza universitaria*, 15(2), 129 - 144.
- Kagan, S. (1988): Cooperative Learning. San Juan Capistrano. California: Resources for Teachers. Logarithms. *Science & Education*, 20(1), 1 – 35.
- Sierpiska A. (1992). On understanding the notion of function, En: Harel & Dubinsky, 199). *The concept of function: Aspects of epistemology and pedagogy*, Washington, DC: Mathematical Association of America, 25-58. Traducción al castellano (inédita) de Cesar Delgado.
- Stone Wiske, M. (1998). *La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica*. Paidós, Buenos Aires. Reedición 2003. pp 95-126.
- Zagarese, J.F.; Tannure, B.; Aguirre, R.; Pérez Carmona, M.C. y Esper, L.B. (2009) Problemática de los aspirantes al nivel universitario. *Serie Monográfica y Didáctica* Vol.48 de la FCN e IML.